

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-167791

(P2001-167791A)

(43) 公開日 平成13年6月22日 (2001.6.22)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 M 10/40

識別記号

F I

H 0 1 M 10/40

キーワード (参考)

A 5 H 0 2 9

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-170565 (P2000-170565)

(22) 出願日 平成12年6月7日 (2000.6.7)

(31) 優先権主張番号 特願平11-280014

(32) 優先日 平成11年9月30日 (1999.9.30)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000206

宇部興産株式会社

山口県宇部市大字小串1978番地の96

(72) 発明者 浜本 俊一

山口県宇部市大字小串1978番地の10 宇部

興産株式会社宇部ケミカル工場内

(72) 発明者 安部 浩司

山口県宇部市大字小串1978番地の10 宇部

興産株式会社宇部ケミカル工場内

(72) 発明者 松森 保男

山口県宇部市大字小串1978番地の10 宇部

興産株式会社宇部ケミカル工場内

Fターム (参考) 5H029 AJ01 AK03 AL06 AL12 AM03

AM04 AM05 AM06 AM07 HJ02

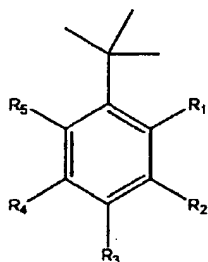
(54) 【発明の名称】 非水電解液およびそれを用いたリチウム二次電池

(57) 【要約】

【課題】 電池のサイクル特性、電気容量や充電保存特性などの電池特性に優れたリチウム二次電池を提供する。

【解決手段】 非水溶媒に電解質が溶解されている非水電解液において、該非水電解液中に下記式 (1)

【化1】



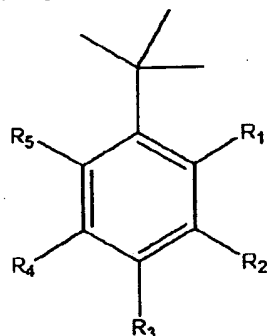
(1)

(式中、R₁、R₂、R₃、R₄およびR₅は、それぞれ独立して水素原子または炭素数1～12の炭化水素基を示す。) で表されるtert-ブチルベンゼン誘導体が含まれていることを特徴とする非水電解液、およびそれを用いたリチウム二次電池に関する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 非水溶媒に電解質が溶解されている非水電解液において、該非水電解液中に下記式(1)

【化1】

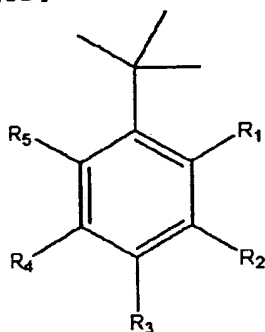


(1)

(式中、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 および R_5 は、それぞれ独立して水素原子または炭素数1～12の炭化水素基を示す。)で表されるtert-ブチルベンゼン誘導体が含有されていることを特徴とする非水電解液。

【請求項2】 正極、負極および非水溶媒に電解質が溶解されている非水電解液からなるリチウム二次電池において、該非水電解液中に下記式(1)

【化2】



(1)

(式中、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 および R_5 は、それぞれ独立して水素原子または炭素数1～12の炭化水素基を示す。)で表されるtert-ブチルベンゼン誘導体が含有されていることを特徴とするリチウム二次電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電池のサイクル特性や電気容量、保存特性などの電池特性にも優れたリチウム二次電池を提供することができる非水電解液、およびそれを用いたリチウム二次電池に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、リチウム二次電池は小型電子機器などの駆動用電源として広く使用されている。リチウム二次電池は、主に正極、非水電解液及び負極から構成されており、特に、 $LiCoO_2$ などのリチウム複合酸化物を正極とし、炭素材料又はリチウム金属を負極とした

リチウム二次電池が好適に使用されている。そして、そのリチウム二次電池用の非水電解液としては、エチレンカーボネート(EC)、プロピレンカーボネート(PC)などのカーボネート類が好適に使用されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、電池のサイクル特性および電気容量などの電池特性について、さらに優れた特性を有する二次電池が求められている。正極として、例えば $LiCoO_2$ 、 $LiMn_2O_4$ 、 Li

10 NiO_2 などを用いたリチウム二次電池は、非水電解液中の溶媒が充電時に局部的に一部酸化分解することにより、該分解物が電池の望ましい電気化学的反応を阻害するために電池性能の低下を生じる。これは正極材料と非水電解液との界面における溶媒の電気化学的酸化に起因するものと思われる。また、負極として例えば天然黒鉛や人造黒鉛などの高結晶化した炭素材料を用いたリチウム二次電池は、非水電解液中の溶媒が充電時に負極表面で還元分解し、非水電解液溶媒として一般に広く使用されているECにおいても充放電を繰り返す間に一部還元分解が起こり、電池性能の低下が起こる。このため、電池のサイクル特性および電気容量などの電池特性は必ずしも満足なものではないのが現状である。

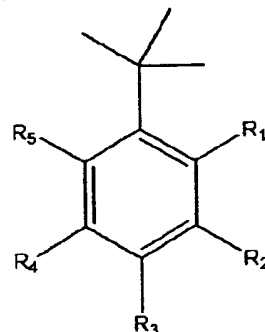
【0004】本発明は、前記のようなリチウム二次電池用非水電解液に関する課題を解決し、電池のサイクル特性に優れ、さらに電気容量や充電状態での保存特性などの電池特性にも優れたリチウム二次電池を構成することができるリチウム二次電池用の非水電解液、およびそれを用いたリチウム二次電池を提供することを目的とする。

30 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、非水溶媒に電解質が溶解されている非水電解液において、該非水電解液中に下記式(1)

【0006】

【化3】



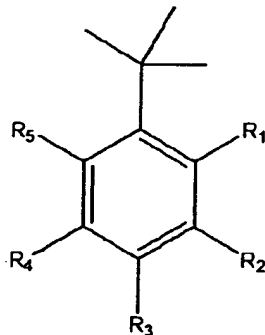
(1)

【0007】(式中、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 および R_5 は、それぞれ独立して水素原子または炭素数1～12の炭化水素基を示す。)で表されるtert-ブチルベンゼン誘導体が含有されていることを特徴とする非水電

解液に関する。また、正極、負極および非水溶媒に電解質が溶解されている非水電解液からなるリチウム二次電池において、該非水電解液中に下記式(1)

【0008】

【化4】



(1)

【0009】(式中、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 および R_5 は、それぞれ独立して水素原子または炭素数1~12の炭化水素基を示す。)で表されるtert-ブチルベンゼン誘導体が含有されていることを特徴とするリチウム二次電池に関する。

【0010】本発明の非水電解液は、リチウム二次電池の構成部材として使用される。二次電池を構成する非水電解液以外の構成部材については特に限定されず、従来使用されている種々の構成部材を使用できる。

【0011】

【発明の実施の形態】非水溶媒に電解質が溶解されている非水電解液に含有される前記一般式(1)で表されるtert-ブチルベンゼン誘導体において、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 はそれぞれ独立して、水素原子、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基などの直鎖状のアルキル基や、iso-プロピル基、iso-ブチル基、sec-ブチル基、tert-ブチル基などの分枝状のアルキル基が好ましい。また、シクロプロピル基、シクロヘキシル基などのように炭素数3~6のシクロアルキル基であってもよい。更には、フェニル基、ベンジル基や、トシル基、tert-ブチルベンゼン基、tert-ブチルベンジル基などのアルキル置換されたフェニル基、ベンジル基であっても良い。このような、炭素数1~12の炭化水素基を有することが好ましい。

【0012】前記一般式(1)で表されるtert-ブチルベンゼン誘導体の具体例としては、例えば、tert-ブチルベンゼン($R_1=R_2=R_3=R_4=R_5$ =水素原子)、2-tert-ブチルトルエン(R_1 =メチル基、 $R_2=R_3=R_4=R_5$ =水素原子)、3-tert-ブチルトルエン(R_1 =メチル基、 $R_2=R_3=R_4=R_5$ =水素原子)、4-tert-ブチルトルエン(R_1 =メチル基、 $R_2=R_3=R_4=R_5$ =水素原子)、1-(tert-ブチル)-2-エチルベンゼン(R_1 =エチル基、 $R_2=R_3=R_4=R_5$ =水素原子)、1-(tert-

ブチル)-3-エチルベンゼン(R_2 =エチル基、 $R_1=R_3=R_4=R_5$ =水素原子)、1-(tert-ブチル)-4-エチルベンゼン(R_3 =エチル基、 $R_1=R_2=R_4=R_5$ =水素原子)、3-tert-ブチル-o-キシレン($R_1=R_2$ =メチル基、 $R_3=R_4=R_5$ =水素原子)、4-tert-ブチル-o-キシレン(R_2 =メチル基、 $R_1=R_3=R_4=R_5$ =水素原子)、4-tert-ブチル-m-キシレン($R_1=R_3$ =メチル基、 $R_2=R_4=R_5$ =水素原子)、5-tert-ブチル-m-キシレン($R_2=R_4$ =メチル基、 $R_1=R_3=R_5$ =水素原子)、2-tert-ブチル-p-キシレン($R_1=R_4$ =メチル基、 $R_2=R_3=R_5$ =水素原子)、3-iso-プロピル-1-tert-ブチルベンゼン(R_2 =iso-プロピル基、 $R_1=R_3=R_4=R_5$ =水素原子)、4-iso-プロピル-1-tert-ブチルベンゼン(R_3 =iso-プロピル基、 $R_1=R_2=R_4=R_5$ =水素原子)、4-n-ブチル-1-tert-ブチルベンゼン(R_3 =n-ブチル基、 $R_1=R_2=R_4=R_5$ =水素原子)、4-iso-ブチル-1-tert-ブチルベンゼン(R_3 =iso-ブチル基、 $R_1=R_2=R_4=R_5$ =水素原子)、4-sec-ブチル-1-tert-ブチルベンゼン(R_3 =sec-ブチル基、 $R_1=R_2=R_4=R_5$ =水素原子)、3-シクロヘキシル-1-tert-ブチルベンゼン(R_2 =シクロヘキシル基、 $R_1=R_3=R_4=R_5$ =水素原子)、4-シクロヘキシル-1-tert-ブチルベンゼン(R_3 =シクロヘキシル基、 $R_1=R_2=R_4=R_5$ =水素原子)、4,4'-ジ-tert-ブチルジフェニルメタン(R_3 =4-tert-ブチルフェニル基、 $R_1=R_2=R_4=R_5$ =水素原子)、4,4'-ジ-tert-ブチルビフェニル(R_3 =4-tert-ブチルベンゼン基、 $R_1=R_2=R_4=R_5$ =水素原子)、1,3-ジ-tert-ブチルベンゼン(R_1 =tert-ブチル基、 $R_2=R_3=R_4=R_5$ =水素原子)、1,4-ジ-tert-ブチルベンゼン(R_3 =tert-ブチル基、 $R_1=R_2=R_4=R_5$ =水素原子)、1,2,4-トリ-tert-ブチルベンゼン($R_1=R_3$ =tert-ブチル基、 $R_2=R_4=R_5$ =水素原子)、1,2,3-トリ-tert-ブチルベンゼン($R_1=R_2$ =tert-ブチル基、 $R_3=R_4=R_5$ =水素原子)、1,3,5-トリ-tert-ブチルベンゼン($R_2=R_4$ =tert-ブチル基、 $R_1=R_3=R_5$ =水素原子)、1,2,3,5-テトラ-tert-ブチルベンゼン($R_1=R_2=R_4$ =tert-ブチル基、 $R_3=R_5$ =水素原子)、1,2,3,4-テトラ-tert-ブチルベンゼン($R_1=R_2=R_3$ =tert-ブチル基、 $R_4=R_5$ =水素原子)、1,2,4,5-テトラ-tert-ブチルベンゼン($R_1=R_3=R_4$ =tert-ブチル基、 $R_2=R_5$ =水素原子)、3,5-ジ-tert-ブチルトルエン(R_2 =メチル、 R_4 =tert-ブチル基、 $R_1=R_3=R_5$ =水素原子)などが挙

げられる。

【0013】非水電解液に含有される前記式(1)で表されるtert-ブチルベンゼン誘導体の含有量は、過度に多いと電池性能が低下することがあり、また、過度に少ないと期待した十分な電池性能が得られない。したがって、その含有量は非水電解液の重量に対して0.1~20重量%、好ましく0.2~10重量%、特に好ましくは0.5~5重量%の範囲がサイクル特性が向上するのでよい。

【0014】本発明で使用される非水溶媒としては、高誘電率溶媒と低粘度溶媒とからなるものが好ましい。高誘電率溶媒としては、例えば、エチレンカーボネート(EC)、プロピレンカーボネート(PC)、ブチレンカーボネート(BC)、ビニレンカーボネート(VC)などの環状カーボネート類が好適に挙げられる。これらの高誘電率溶媒は、1種類で使用してもよく、また2種類以上組み合わせて使用してもよい。

【0015】低粘度溶媒としては、例えば、ジメチルカーボネート(DMC)、メチルエチルカーボネート(MEC)、ジエチルカーボネート(DEC)などの鎖状カーボネート類、テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフラン、1,4-ジオキサン、1,2-ジメトキシエタン、1,2-ジエトキシエタン、1,2-ジブトキシエタンなどのエーテル類、γ-ブチロラクトンなどのラクトン類、アセトニトリルなどのニトリル類、プロピオン酸メチルなどのエステル類、ジメチルホルムアミドなどのアミド類が挙げられる。これらの低粘度溶媒は1種類で使用してもよく、また2種類以上組み合わせて使用してもよい。高誘電率溶媒と低粘度溶媒とはそれぞれ任意に選択され組み合わせて使用される。なお、前記の高誘電率溶媒および低粘度溶媒は、容量比(高誘電率溶媒:低粘度溶媒)で通常1:9~4:1、好ましくは1:4~7:3の割合で使用される。

【0016】本発明で使用される電解質としては、例えば、 LiPF_6 、 LiBF_4 、 LiClO_4 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{C}_2\text{F}_5)_2$ 、 $\text{LiC}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_3$ 、 $\text{LiPF}_6(\text{C}_2\text{F}_5)_2$ 、 $\text{LiPF}_6(\text{C}_2\text{F}_5)$ 、 $\text{LiPF}_6(\text{iso-C}_2\text{F}_5)_2$ 、 $\text{LiPF}_6(\text{iso-C}_2\text{F}_5)$ などが挙げられる。これらの電解質は、1種類で使用してもよく、2種類以上組み合わせて使用してもよい。これら電解質は、前記の非水溶媒に通常0.1~3M、好ましくは0.5~1.5Mの濃度で溶解されて使用される。

【0017】本発明の非水電解液は、例えば、前記の高誘電率溶媒と低粘度溶媒を混合し、これに前記の電解質を溶解し、前記式(1)で表されるtert-ブチルベンゼン誘導体を溶解することにより得られる。

【0018】例えば、正極活物質としてはコバルト、マンガン、ニッケル、クロム、鉄およびバナジウムからなる群より選ばれる少なくとも一種の金属とリチウムと

の複合金属酸化物が使用される。このような複合金属酸化物としては、例えば、 LiCoO_2 、 LiMn_2O_4 、 LiNiO_2 、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_2$ などが挙げられる。これらの正極活物質は、1種類だけを選択して使用しても良いし、2種類以上を組み合わせて用いても良い。

【0019】正極は、前記の正極活物質をアセチレンブラック、カーボンブラックなどの導電剤、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)などの結着剤および溶剤と混練して正極合剤とした後、この正極材料を集電体としてのアルミニウム箔やステンレス製のラミネート板に塗布して、乾燥、加圧成型後、50℃~250℃程度の温度で2時間程度真空中で加熱処理することにより作製される。

【0020】負極活物質としては、リチウム金属やリチウム合金、およびリチウムを吸蔵・放出可能な黒鉛型結晶構造を有する炭素材料(熱分解炭素類、コークス類、グラファイト類(人造黒鉛、天然黒鉛など)、有機高分子化合物燃焼体、炭素繊維)や複合スズ酸化物などの物質が使用される。特に、格子面(002)の面間隔(d_{002})が0.335~0.340nmである黒鉛型結晶構造を有する炭素材料を使用することが好ましい。これらの負極活物質は、1種類だけを選択して使用しても良いし、2種類以上を組み合わせて用いても良い。なお、炭素材料のような粉末材料はエチレンプロピレンジエンターポリマー(EPDM)、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)などの結着剤と混練して負極合剤として使用される。負極の製造方法は、特に限定されず、上記の正極の製造方法と同様な方法により製造することができる。

【0021】リチウム二次電池の構造は特に限定されるものではなく、正極、負極および単層又は複層のセパレータを有するコイン型電池、さらに、正極、負極およびロール状のセパレータを有する円筒型電池や角型電池などが一例として挙げられる。なお、セパレータとしては公知のポリオレフィンの微多孔膜、織布、不織布などが使用される。

【0022】

【実施例】次に、実施例および比較例を挙げて、本発明を具体的に説明する。

実施例1

【非水電解液の調製】EC:PC:DEC(容量比)=30:5:65の非水溶媒を調製し、これに LiPF_6 を1Mの濃度になるように溶解して非水電解液を調製した後、さらに4-tert-ブチルトルエンを非水電解液に対して2.0重量%となるように加えた。

【0023】(リチウム二次電池の作製および電池特性の測定) LiCoO_2 (正極活物質)を80重量%、アセチレンブラック(導電剤)を10重量%、ポリフッ化ビニリデン(結着剤)を10重量%の割合で混合し、こ

れに1-メチル-2-ピロリドン溶剤を加えて混合したものをアルミニウム箔上に塗布し、乾燥、加圧成型、加熱処理して正極を調製した。人造黒鉛(負極活物質)を90重量%、ポリフッ化ビニリデン(結着剤)を10重量%の割合で混合し、これに1-メチル-2-ピロリドン溶剤を加え、混合したものを銅箔上に塗布し、乾燥、加圧成型、加熱処理して負極を調製した。そして、ポリプロピレン微多孔性フィルムのセパレータを用い、上記の非水電解液を注入させてコイン電池(直径20mm、厚さ3.2mm)を作製した。このコイン電池を用いて、室温(20℃)下、0.8mAの定電流及び定電圧で、終止電圧4.2Vまで5時間充電し、次に0.8mAの定電流下、終止電圧2.7Vまで放電し、この充放電を繰り返した。初期充放電容量は、4-tert-ブチルトルエン無添加の1M LiPF₆-EC/PC/DEC(容量比30/5/65)を非水電解液として用いた場合(比較例1)と比較して相対値で1.03であり、50サイクル後の電池特性を測定したところ、初期放電容量を100%としたときの放電容量維持率は92.2%であった。また、低温特性も良好であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0024】実施例2

添加剤として、4-tert-ブチルトルエンを非水電解液に対して5.0重量%使用したほかは実施例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は91.7%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0025】実施例3

添加剤として、4-tert-ブチルトルエンを非水電解液に対して0.5重量%使用したほかは実施例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は90.1%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0026】比較例1

EC:PC:DEC(容量比)=30:5:65の非水溶媒を調製し、これにLiPF₆を1Mの濃度になるように溶解した。このときtert-ブチルベンゼン誘導体は全く添加しなかった。この非水電解液を使用して実施例1と同様にコイン電池を作製し、電池特性を測定した。初期放電容量に対し、50サイクル後の放電容量維持率は82.6%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0027】実施例4

EC:PC:DEC(容量比)=30:5:65の非水溶媒を調製し、これにLiPF₆を1Mの濃度になるように溶解して非水電解液を調整した後、さらにtert-ブチルベンゼンを非水電解液に対して2.0重量%となるように加えた。この非水電解液を使用して実施例1

と同様にコイン電池を作製し、電池特性を測定したところ、初期放電容量は4-tert-ブチルベンゼン誘導体無添加の1M LiPF₆-EC/PC/DEC(容量比30/5/65)を非水電解液として用いた場合(比較例1)と比較して相対値で1.02であり、50サイクル後の電池特性を測定したところ、初期放電容量を100%としたときの放電容量維持率は91.8%であった。また、低温特性も良好であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0028】実施例5

添加剤として、4-tert-ブチル-m-キシレンを非水電解液に対して2.0重量%使用したほかは実施例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は91.6%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0029】実施例6

非水溶媒として、EC/PC/DEC/DMC(容量比30/5/30/35)を使用し、負極活物質として、人造黒鉛に代えて天然黒鉛を使用したほかは実施例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は92.6%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0030】実施例7

非水電解液として、1M LiPF₆-EC/PC/MC/DMC(容量比30/5/50/15)を使用し、正極活物質として、LiCoO₂に代えてLiNi_{0.8}Co_{0.2}O₂を使用したほかは実施例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は90.8%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0031】実施例8

非水電解液として、1M LiBF₄-EC/PC/DEC/DMC(容量比30/5/30/35)を使用し、正極活物質として、LiCoO₂に代えてLiMn₂O₄を使用したほかは実施例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定したところ、放電容量維持率は92.3%であった。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0032】実施例9~実施例11

4-tert-ブチルトルエンに代えて、各実施例において、4-ジ-tert-ブチルピフェニル、1,3-ジ-tert-ブチルベンゼン、1,3,5-トリ-tert-ブチルベンゼンを使用したほかは実施例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、50サイクル後の電池特性を測定した。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0033】実施例12

4-tert-ブチルトルエンに代えて、3,5-ジ-tert-ブチルトルエンを使用し、負極活物質として、人造黒鉛に代えて天然黒鉛を使用したほかは実施例1と同様に非水電解液を調製してコイン電池を作製し、*

*50サイクル後の電池特性を測定した。コイン電池の作製条件および電池特性を表1に示す。

【0034】

【表1】

	正極	負極	化合物	添加量 wt%	電解液組成 (容量比)	初期放電容量 (相対値)	50サイクル放電容量維持率%
実施例1	LiCoO ₂	人造黒鉛	4-tert-ブチルトルエン	2.0	1M LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65	1.03	92.2
実施例2	LiCoO ₂	人造黒鉛	4-tert-ブチルトルエン	5.0	1M LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65	1.02	91.7
実施例3	LiCoO ₂	人造黒鉛	4-tert-ブチルトルエン	0.5	1M LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65	1.01	90.1
比較例1	LiCoO ₂	人造黒鉛	なし	0	1M LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65	1.00	82.6
実施例4	LiCoO ₂	人造黒鉛	tert-ブチルベンゼン	2.0	1M LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65	1.02	91.8
実施例5	LiCoO ₂	人造黒鉛	4-tert-ブチル-m-キシレン	2.0	1M LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65	1.02	91.6
実施例6	LiCoO ₂	天然黒鉛	4-tert-ブチルトルエン	2.0	1M LiPF ₆ EC/PC/DEC/DMC =30/5/30/35	1.02	92.6
実施例7	LiNi _{0.8} Co _{0.2} O ₂	人造黒鉛	4-tert-ブチルトルエン	2.0	1M LiPF ₆ EC/PC/MEC/DMC =30/5/50/15	1.15	90.8
実施例8	LiMn ₂ O ₄	人造黒鉛	4-tert-ブチルトルエン	2.0	1M LiBF ₄ EC/PC/DEC/DMC =30/5/30/35	0.99	92.3
実施例9	LiCoO ₂	人造黒鉛	4,4'-ジ-tert-ブチルピフェニル	2.0	1M LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65	1.01	91.1
実施例10	LiCoO ₂	人造黒鉛	1,3-ジ-tert-ブチルベンゼン	2.0	1M LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65	1.02	92.5
実施例11	LiCoO ₂	人造黒鉛	1,3,5-トリ-tert-ブチルベンゼン	2.0	1M LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65	1.02	92.4
実施例12	LiCoO ₂	天然黒鉛	3,5-ジ-tert-ブチルトルエン	2.0	1M LiPF ₆ EC/PC/DEC=30/5/65	1.02	92.5

【0035】なお、本発明は記載の実施例に限定されず、発明の趣旨から容易に類推可能な様々な組み合わせが可能である。特に、上記実施例の溶媒の組み合わせは限定されるものではない。更には、上記実施例はコイン電池に関するものであるが、本発明は円筒形、角柱形の

電池にも適用される。

【0036】

【発明の効果】本発明によれば、電池のサイクル特性、電気容量、保存特性などの電池特性に優れたリチウム二次電池を提供することができる。